

PENGARUH PELAT PENYERAP GANDA MODEL GELOMBANG DENGAN PENAMBAHAN *REFLECTOR* TERHADAP KINERJA *SOLAR WATER HEATER* SEDERHANA

Ismail N.R.^{*}

Abstrak

Telah banyak dilakukan usaha meningkatkan kinerja *solar water heater* diantaranya modifikasi pelat penyerap tunggal menjadi ganda, modifikasi aliran untuk meningkatkan penyerapan panas, modifikasi material dan pelat penyerap ganda model gelombang. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pelat penyerap ganda model gelombang dengan penambahan *reflector* terhadap kinerja *solar water heater* sederhana.

Dalam penelitian ini dilakukan secara eksperimen, untuk membandingkan kinerja pelat penyerap ganda model gelombang dengan penambahan reflektor yang hasilnya dibandingkan dengan penelitian sebelumnya (Farid dan Ismail, 2010). Kinerja yang dicari adalah efisiensi *solar water heater*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa *solar water heater* pelat ganda dengan penambahan reflektor dapat meningkatkan efisiensi *solar water heater* dengan efisiensi rata-rata sebesar 24,02 %, sedangkan nilai efisiensi penyerapan panas rata-rata pada *solar water heater* pelat penyerap ganda model gelombang tanpa reflektor sebesar 19,81.

Kata kunci: *Solar water heater*, pelat penyerap ganda, model gelombang, reflektor.

EFFECT OF MULTIPLE MODEL WAVE PLATE ABSORBENT WITH THE ADDITION REFLECTOR PERFORMANCE OF A SIMPLE SOLAR WATER HEATER

Abstract

Has done much effort to improve the performance of solar water heater absorber plate modifications including a single into a double, modifications to improve the absorption of heat flow, modified double-absorbing material and the plate wave model. This study aims to determine the effect of the absorber plate wave model with the addition of dual reflector on the performance of a simple solar water heater.

In this study conducted experiments to compare the performance of the absorber plate wave model with the addition of dual reflector which results were compared with previous studies (Farid and Ismail, 2010). Performance is sought is the efficiency of solar water heater.

The results showed that the double plate solar water heater with the addition of a reflector can increase the efficiency of solar water heater with an average efficiency of 24.02%, while the efficiency of heat absorption on the average of the absorber plate solar water heater with no reflector dual wave model by 19 , 81.

Key words: Solar water heater, dual absorber plate, wave model, reflector.

^{*} Dosen Teknik Mesin Universitas Widyagama Malang

PENDAHULUAN

Pemanas air merupakan salah satu peralatan yang banyak digunakan oleh manusia untuk mandi air hangat.

Peralatan pemanas air skala industri dan rumah tangga masih memiliki kelemahan-kelemahan. Pemanas air skala industri memerlukan biaya investasi maupun biaya operasional yang relatif besar. Pemanas komersial skala rumah tangga memiliki harga jual relatif tinggi dan masih memerlukan energi listrik untuk operasionalnya.

Menurut Ismail dan Farid (2006), pelat penyerap ganda dapat meningkatkan kinerja *solar water heater* sederhana dibandingkan menggunakan pelat penyerap tunggal. Dalam saran; perlu dilakukan peningkatan intensitas radiasi matahari dan peningkatan luasan permukaan atau luasan pelepasan panas (Fr) yang berhubungan dengan fluida kerja untuk meningkatkan kinerja *solar water heater* sederhana.



Gambar 1. *Solar Water Heater* Sederhana
(Sumber: Farid dan Ismail, 2006)

Berdasarkan kelemahan-kelemahan peralatan di atas, maka diperlukan suatu penelitian yang mempelajari pemanas air tenaga surya yang relatif murah dengan pengoperasian yang sederhana. Pemanas air ini diharapkan dapat memenuhi kebutuhan skala rumah tangga. Pengaruh jangka panjang yang diharapkan adalah penghematan bahan bakar fosil yang digunakan untuk memanaskan air dapat berkurang.

Salah satu bentuk penelitian yang dapat dilakukan adalah membuat pemanas air sederhana. Penelitian mengenai pelat penyerap ganda model gelombang dan *reflector* terhadap kinerja *solar water heater* akan sangat menarik, karena masih sedikitnya studi

literatur yang membahas tentang kinerja *solar water heater* sederhana.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pelat penyerap ganda model gelombang dan *reflector* terhadap kinerja *solar water heater* sederhana.

TINJAUAN PUSTAKA

Efisiensi Pengumpul Kolektor Plat Datar

Efisiensi panel pengumpul adalah perbandingan antara laju panas yang berguna (Q_U) yang dipindahkan ke fluida dibagi radiasi matahari pada plat penutup. Efisiensi dapat ditunjukkan pada persamaan sebagai berikut:

$$\eta = \frac{Q/A}{I}$$

Dari persamaan diatas $Q_U/A = (\alpha\tau)\tau_s - U_C \cdot (T_{f,i} - T_a)$, sehingga efisiensi pengumpul adalah:

$$\eta = (\tau\alpha)_s \frac{U_C(T_C - T_a)}{I_C} \quad \text{atau}$$

$$\eta = \frac{mC_p(T_{out} - T_{in})}{I_C \cdot A_C}$$

Kedua persamaan tersebut sangat berguna, karena dapat digambarkan sebagai kurva, yang informatif, dan dikenal sebagai kurva efisiensi.

Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian yang telah dilakukan dan menjadi dasar dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

Rahardjo Tirtoatmodjo. (2005), menggunakan dua buah kaca penutup diperoleh efisiensi yang lebih baik dibandingkan hanya menggunakan satu kaca. Perbedaan suhu antara air keluar kolektor dan yang masuk ke kolektor dengan 2 kaca penutup bisa lebih tinggi hingga sekitar 17°C dibandingkan kolektor dengan sebuah kaca penutup.

Ismail dan Putra (2005), Kecepatan aliran air pada *solar heater*, semakin cepat aliran, maka air hangat yang dihasilkan memiliki temperatur semakin rendah, dan Pada pemanas air tenaga surya tipe kolektor plat datar dengan kemiringan sudut kolektor 0° menghasilkan temperatur air yang paling

optimum yaitu dengan temperatur rata-rata 59.375°C dan suhu maksimum sebesar 71°C.

Bhide et al. (1982), memperkenalkan metode yang sederhana untuk membandingkan *performance thermal* dimana kolektor pelat datar dilapisi dengan suatu lapisan yang diketahui nilai daya serap dan daya pantul sinar matahari. Ini adalah cara yang sederhana untuk mendapatkan nilai α dan ε yang tepat untuk pemilihan permukaan kolektor tertentu. Metode ini menunjukkan adanya batasan pada perbandingan lapisan dalam memilih nilai α dan ε serta akan memberikan keuntungan energi total yang digunakan pada pemilihan lapisan yang baik.

Moninjta (2004), melakukan usaha-usaha untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas *solar still* dengan memberikan variasi pada pelat penyerap yang menghasilkan produktivitas air kondensat dan efisiensi menggunakan pelat penyerap dari coran beton lebih banyak dibandingkan dengan menggunakan pelat penyerap dari tembaga, dan penambahan batu kerikil dengan diameter 1 cm menghasilkan air kondensat lebih banyak dibandingkan tanpa batu kerikil.

Rahmad (2001), melakukan penelitian mengenai plat penyerap untuk destilasi air laut. Dari beberapa bahan uji dalam penelitian ini, didapat bahan tembaga yang dilapisi dengan cat hitam *doff* memiliki koefisien penyerapan panas yang baik, yaitu 0,82. Pada penelitian ini juga dilakukan pengamatan pada kinerja *solar still* dengan luas 1 m² dengan penambahan batu kerikil diatasnya diatas pelat penyerap, hasil pengujian menunjukkan pelat penyerap dengan penambahan batu kerikil diatasnya mempunyai efisiensi yang baik.

Kristanto dan San (2001), Parameter-parameter yang berpengaruh terhadap unjuk kerja kolektor diantaranya adalah ketebalan pelat penyerap dan jarak antar pipa-pipa kolektor yang disebut efisiensi sirip kolektor. Hasil penelitian menunjukkan semakin tebal pelat penyerap dan semakin kecil jarak antar pipa-pipa kolektor, efisiensi sirip dari kolektor semakin optimum.

Lempoy (2003), melakukan riset pilot proyek *basin tipe solar still* dipesisir Kab. Probolinggo dengan menggunakan kaca

penutup satu sisi orientasi menghadap utara yang menghasilkan *basin* dengan penambahan batu kerikil menghasilkan produktifitas dan efisiensi harian *solar still* lebih banyak dibandingkan tanpa batu kerikil dan kecepatan angin diatas kaca penutup satu sisi mempengaruhi proses kondensasi.

Farid dan Ismail (2006), meneliti pengaruh jumlah kaca penutup dan kapasitas air terhadap kinerja *solar water heater* sederhana, menghasilkan menggunakan kaca penutup 3 buah dengan ketebalan 5 mm dapat meningkatkan kinerja *solar water heater* sederhana dan pada kapasitas air maksimal 20 liter menghasilkan temperatur sebesar 40 °C.

Ismail dan Farid (2006), meneliti pengaruh pelat penyerap ganda terhadap kinerja *solar water heater* sederhana. Penelitian menghasilkan pelat penyerap ganda dapat meningkatkan kinerja *solar water heater* sederhana dibandingkan menggunakan pelat penyerap tunggal.

Ismail (2007), Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jenis pelat penyerap dan laju aliran air terhadap kinerja *solar heater* sederhana dengan penambahan pelat penyimpan. Penelitian menghasilkan jenis pelat penyerap yang tertinggi adalah jenis tembaga, sedang efisiensi penyerapan panas yang stabil adalah jenis beton cor. Pada laju aliran air tinggi trend efisiensi penyerapan panas menurun, begitu pula sebaliknya. Pada sistem *solar heater* sederhana yang dibutuhkan kinerja alat yang mampu menyerap dan menyimpan panas dengan baik, sehingga disimpulkan yang terbaik adalah jenis pelat penyerap beton cor dengan laju aliran yang lambat.

La Aba (2008), meneliti karakteristik permukaan *absorber* radiasi matahari pada *solar still* dan aplikasinya sebagai alat destilasi air laut menjadi air tawar. penelitian menghasilkan pelat absorber gelombang dan tebal paling efektif untuk meningkatkan kinerja *solar still*.

Mustafa (2008), Studi eksperimen perbandingan kolektor pelat ganda dan kolektor konvensional terhadap kinerja *solar water heater*. Penelitian menghasilkan; efisiensi penyerapan panas pada *solar heater*

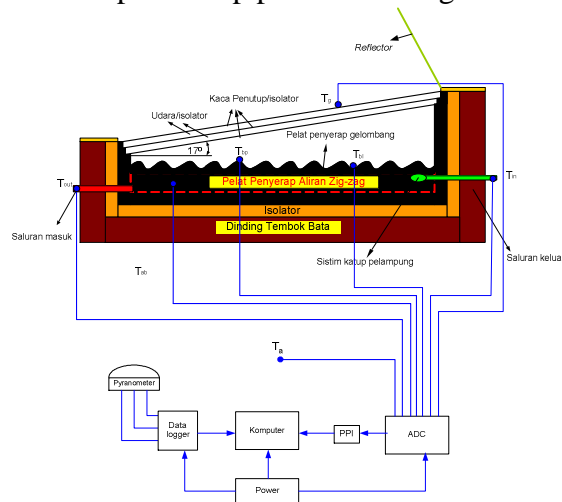
pelat ganda lebih tinggi dibandingkan efisiensi penyerapan panas *solar heater* konvensional dan Hubungan antara efisiensi penyerapan panas dan $(T_i - T_a)/G_t$ pada *solar heater* pelat ganda penurunannya lebih tajam dibandingkan *solar heater* konvensional.

Farid dan Ismail (2010), menguji pelat penyerap ganda model gelombang yang menghasilkan nilai efisiensi penyerapan panas rata-rata pada *solar heater* pelat ganda model gelombang rata-rata 19.81%, sedangkan nilai efisiensi penyerapan panas rata-rata pada *solar heater* pelat penyerap datar sebesar 12,43 %.

METODE PENELITIAN

Set Up Peralatan

Adapun set up peralatan sebagai berikut:



Gambar 2. Set Up Peralatan

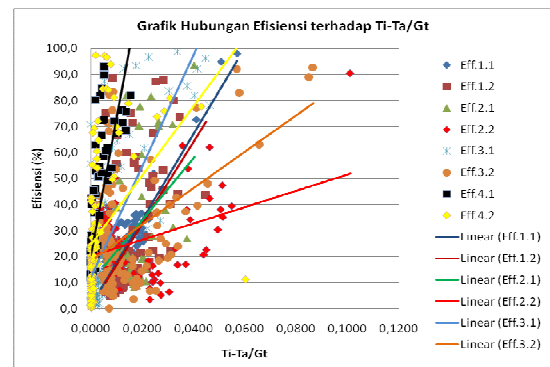
Adapun penelitian menggunakan metode eksperimen dengan melakukan pengujian *solar water heater* sederhana pelat penyerap ganda model gelombang dengan penambahan *reflector* terhadap kinerja *solar water heater* sederhana.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hubungan Efisiensi Penyerapan Panas terhadap $T_i - T_a/G_t$ pada Pengujian *Solar Water Heater* Menggunakan Pelat Penyerap Gelombang dengan Penambahan Reflektor.

Dari hasil pengujian diperoleh data, dilakukan perhitungan dan hasilnya dimasukkan pada tabel pada lampiran I. Dan

dari tabel tersebut diperoleh grafik sebagai berikut:



Gambar 3. Grafik Hubungan Efisiensi terhadap $T_i - T_a/G_t$ Pada Pelat Penyerap Gelombang dengan Penambahan Reflektor

Dari grafik diatas dapat dilihat efisiensi penyerapan panas pada *solar heater* pelat ganda model gelombang dengan penambahan reflektor mempunyai trend yang sama, namun seluruhnya selalu meningkat, sehingga jika *solar water heater* pelat ganda model gelombang Farid dan Ismail (2010), dibandingkan dengan *solar water heater* pelat ganda model gelombang dengan penambahan reflektor mempunyai nilai efisiensi penyerapan panas rata-rata lebih tinggi. pada *solar water heater* pelat ganda model gelombang dengan penambahan reflektor mempunyai nilai efisiensi rata-rata sebesar 24,02 %, sedangkan nilai efisiensi penyerapan panas rata-rata pada *solar water heater* pelat penyerap ganda model gelombang tanpa reflektor sebesar 19,81%.

Dari hasil penelitian dapat dilihat efisiensi penyerapan panas pada *solar heater* pelat ganda model gelombang dengan penambahan reflektor lebih tinggi dibandingkan dengan efisiensi penyerapan panas pada *solar heater* pelat ganda model gelombang. Tingginya efisiensi penyerapan panas pada *solar heater* pelat ganda model gelombang dengan penambahan reflektor disebabkan oleh penambahan jumlah energi yang diterima oleh pelat penyerap.

Pembahasan

Konstruksi *solar water heater* pelat penyerap ganda model gelombang dengan penambahan

reflektor dapat meningkatkan energi yang diarahkan ke pelat penyerap, sehingga pelat penyerap energi panas yang lebih besar dibandingkan dengan pelat penyerap ganda model gelombang tanpa penambahan reflektor. Dengan penambahan jumlah energi, peningkatan panas yang diterima oleh pelat penyerap dapat meningkatkan temperatur air, sehingga dapat meningkatkan efisiensi *solar water heater*.

1. Bentuk lintasan aliran air dibawah pelat penyerap ganda model gelombang dan *solar water heater* pelat penyerap ganda model gelombang dengan penambahan reflektor berbentuk zig-zag, kondisi demikian menyebabkan air mempunyai kesempatan dan waktu lebih lama untuk menyerap panas.
2. Pada *solar water heater* ini volume *basin* yang terjadi sebesar ± 120 liter, dengan volume sebesar ini kapasitas fluida kerja untuk menyerap panas menjadi lebih besar.
3. Pada *solar water heater* pelat penyerap ganda model gelombang dan *solar water heater* pelat penyerap ganda model gelombang dengan penambahan reflektor dilengkapi dengan pelat penyimpan yang berfungsi untuk menyimpan panas dan isolator. Pelat penyimpan ini bermanfaat untuk menyimpan panas, sehingga ketika intensitas radiasi matahari mulai menurun temperatur fluida kerja mengalami penurunan tetapi penurunan temperatur yang terjadi lambat, karena fluida kerja tersebut dapat menyerap panas kembali dari pelat penyimpan secara langsung tanpa penghalang.

Kesimpulan

Sebagai tahap akhir dari penelitian ini, maka dapat dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Radiasi total matahari mempunyai kaitan yang erat terhadap waktu pada setiap harinya dan berpengaruh terhadap efisiensi *solar water heater*
2. *Solar water heater* pelat ganda dengan penambahan reflektor dapat meningkatkan efisiensi *solar water heater* dengan

efisiensi rata-rata sebesar antara 24,02 %, sedangkan efisiensi penyerapan panas rata-rata pada *solar water heater* pelat penyerap ganda model gelombang tanpa reflektor sebesar 19,81 %.

DAFTAR PUSTAKA

- Bhide V. G., Vaisya J.S., Nagar V.K. And Sharma S. K., *Choice of selective coating for flat collector, solar energy*, Vol. 29, No.6, pp. 463-465,1982.
- Duffie J.A. dan Beckman W.A. 1980. *Solar Engineering Of Thermal Processes*. New York : John Willey & Sons.
- Farid A. dan Ismail N.R (2006), Pengaruh jumlah kaca penutup dan volume air terhadap kinerja *solar heater* sederhana, PHK-A2. Teknik Mesin. Universitas Widyagama Malang.
- Farid dan Ismail (2010), Pengaruh pelat penyerap ganda model gelombang terhadap kinerja *solar water heater* sederhana, Jurnal Widyateknika Maret 2011
- Ismail N.R dan Putra T.D.(2005), Kecepatan aliran air pada *solar heater*, LPPM. Universitas Widyagama Malang.
- Ismail N.R. dan Farid A. (2006), Pengaruh pelat penyerap ganda terhadap kinerja *solar heater* sederhana, PHK-A2. Teknik Mesin. Universitas Widyagama Malang.
- Ismail N.R (2007), Pengaruh jenis pelat penyerap dan laju aliran terhadap kinerja *solar heater* sederhana, PHK-A2. Teknik Mesin. Universitas Widyagama Malang.
- Kristanto P. dan San Y.K., (2001), **Pengaruh Tebal Pelat Dan Jarak Antar Pipa Terhadap Performansi Kolektor Surya Pelat Datar**, Jurnal Teknik Mesin, Universitas Kristen Petra.

La Aba (2008), Karakteristik permukaan ***absorber*** radiasi matahari pada ***solar still*** dan aplikasinya sebagai alat destilasi air laut menjadi air tawar. SIGMA Jurnal Sains dan Teknologi, Vol 11, No 1. <http://journal.lib.unair.ac.id/>

Lempoy K.A. (2003), “Pilot proyek *basin* tipe *solar still* dipesisir probolinggo”, Tesis. Malang. Program Pascasarjana Teknik Mesin Univ. Brawijaya Malang.

Monintja N.C.V..(2004). “**Usaha-usaha untuk meningkatkan efisiensi dan produktifitas solar still**”. *Thesis*. Malang: Program Pascasarjana Jurusan Teknik Mesin Unibraw Malang.

Mustafa (2008), Studi eksperimen perbandingan kolektor pelat ganda dan kolektor konvensional terhadap kinerja *solar water heater*. Thesis, Malang: Jurusan Teknik Mesin FT Unibraw Malang

Rahardjo T., “**Unjuk Kerja Pemanas Air Jenis Kolektor Surya Plat Datar dengan Satu dan Dua Kaca Penutup**”, Jurusan Teknik Mesin - Universitas Kristen Petra

Subarkah Rahmad, 2001, “**Penelitian Absorber Solar Still Untuk Distilasi Air Laut**”, *Skripsi*, Malang: Jurusan Teknik Mesin FT Unibraw Malang